



ALLOY AND METHOD FOR PRODUCING OBJECTS THEREFROM**Publication number:** EP1012353**Publication date:** 2000-06-28**Inventor:** BRUNGS DIETER (DE); FUCHS HEINRICH (DE);
HENGESBACH MEINOLF (DE); REINKEN FRANZ (DE)**Applicant:** HONSEL AG (DE)**Classification:****- international:** *B22F3/11; B22F3/115; C22C1/04; C22C1/10;
C22C21/02; C22C32/00; C22F1/043; C23C4/12;
B22F3/00; B22F3/11; C22C1/04; C22C1/10;
C22C21/02; C22C32/00; C22F1/043; C23C4/12; (IPC1-
7): C22C1/10; C23C4/12***- european:** B22F3/11D2; B22F3/115; C22C1/04B1; C22C1/10D2;
C22C21/02; C22C32/00; C22C32/00D2C; C22F1/043**Application number:** EP19980945174 19980807**Priority number(s):** DE19971037957 19970830; DE19981001941 19980120;
WO1998EP05017 19980807**Also published as:** WO9911834 (A1)
 US6531089 (B1)
 EP1012353 (A0)
 DE19801941 (A1)
 EP1012353 (B1)**Report a data error here**

Abstract not available for EP1012353

Abstract of corresponding document: **US6531089**

Aluminum alloy containing a fraction of uniformly distributed particles, preferably silicon particles, of less than 20% by weight, so as to increase the wear resistance, prior to processing or machining under hot conditions, and process for producing wear-resistant objects from such an aluminum alloy.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.11.2002 Patentblatt 2002/48

(51) Int Cl.7: **C22C 1/10, C23C 4/12**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/05017

(21) Anmeldenummer: **98945174.5**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/011834 (11.03.1999 Gazette 1999/10)

(22) Anmeldetag: **07.08.1998**

(54) **LEGIERUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON GEGENSTÄNDEN AUS DIESER LEGIERUNG**

ALLOY AND METHOD FOR PRODUCING OBJECTS THEREFROM

ALLIAGE ET PROCEDE DE PRODUCTION D'OBJETS A PARTIR DE CET ALLIAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IE SE

(74) Vertreter: **Rehders, Jochen**
Velten Franz Mayer & Jakoby,
Kaistrasse 20
40221 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **30.08.1997 DE 19737957**
20.01.1998 DE 19801941

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 411 577 EP-A- 0 529 520
EP-A- 0 669 404 EP-A- 0 864 660
DE-A- 19 532 244

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.06.2000 Patentblatt 2000/26

(73) Patentinhaber: **Honsel GmbH & Co. KG**
59872 Meschede (DE)

(72) Erfinder:
• **BRUNGS, Dieter**
D-59872 Meschede (DE)
• **FUCHS, Heinrich**
D-59872 Meschede (DE)
• **HENGESBACH, Melnolf**
D-59872 Meschede (DE)
• **REINKEN, Franz**
D-59581 Warstein (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 180 (C-293), 25. Juli 1985 -& JP 60 050138 A (RIKEN KK;OTHERS: 01), 19. März 1985**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 106 (C-223), 18. Mai 1984 -& JP 59 020444 A (HONDA GIKEN KOGYO KK), 2. Februar 1984**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 012, 26. Dezember 1996 -& JP 08 218141 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP), 27. August 1996**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 180 (C-293), 25. Juli 1985 -& JP 60 050137 A (RIKEN KK;OTHERS: 01), 19. März 1985**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Legierung mit einem Anteil von Partikeln und ein Verfahren zum Herstellen von Gegenständen aus einer solchen Legierung, insbesondere mit einem die Verschleißfestigkeit erhöhenden Zusatz von Partikeln in einer Aluminiumlegierung.

[0002] Aluminiumlegierungen mit einem die Verschleißfestigkeit erhöhenden Anteil von Partikeln, insbesondere in Form von Siliziumprimärkristallen sind beispielsweise als übereutektische Aluminium-Silizium-Gußlegierungen bekannt. Hieraus lassen sich z. B. ganze Motorblöcke oder auch nur Zylinderlaufbuchsen gießen. Beim Abkühlen scheiden die Siliziumprimärkristalle aus. Die Verschleißfestigkeit z. B. der Lauffläche wird durch die ausgeschiedenen, härteren Siliziumprimärkristalle erreicht, die durch spezielle Behandlungsverfahren, insbesondere Ätzverfahren oberflächlich freigelegt werden. Nachteilig ist bei diesen übereutektischen Aluminium-Silizium-Gußlegierungen, daß die Siliziumprimärkristalle in Form scharfkantiger, zum Teil nadeliger Kristalle und in unterschiedlicher, von der Erstarrungsgeschwindigkeit abhängiger Größe und Verteilung vorliegen, so daß die mechanische Bearbeitung Sonderwerkzeuge erfordert, um den durch die harten Siliziumprimärkristalle bedingten Verschleiß in Grenzen zu halten.

[0003] Das Herstellen ganzer Zylinderblöcke aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung ist teuer, da dieses Material einen erhöhten Aufwand beim Gießen und, wie vorstehend erwähnt, wegen der ausgeschiedenen Siliziumprimärkristalle einen hohen Bearbeitungsaufwand erfordert.

[0004] Um diese Bearbeitungsschwierigkeiten an großen Gußteilen zu vermeiden, ist es auch bereits bekannt, beispielsweise in einen aus einer herkömmlichen, gut gießbaren Aluminiumlegierung hergestellten Zylinderblock Zylinderlaufbuchsen aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung einzusetzen, insbesondere zu umgießen.

[0005] Während die verschleißfesten, übereutektischen Aluminium-Silizium-Gußlegierungen für Zylinderblöcke überwiegend einen Siliziumgehalt von etwa 17 Gew.-% aufweisen, können die getrennt hergestellten Zylinderlaufbuchsen Siliziumgehalte von 20 bis 30 Gew.-% aufweisen, wobei in diesem Fall beispielsweise zunächst ein Barren durch Sprühkompaktieren einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung oder pulvermetallurgisch aus einem Pulver einer solchen übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung hergestellt und anschließend die Laufbuchse daraus durch Warmstrangpressen hergestellt wird. Diese übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierungen und die Herstellungsverfahren für Zylinderlaufbuchsen sind in der deutschen Patentschrift 43 28 619 und der deutschen Offenlegungsschrift 44 38 550 beschrieben.

[0006] Werden nur die Zylinderlaufbuchsen aus einer

verschleißfesten, übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung hergestellt, ist sowohl beim Sprühkompaktieren einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung als auch bei dem pulvermetallurgischen Verfahren nachteilig, daß vollständig aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bestehende Barren schwierig warm verformbar sind und aufgrund der ausgeschiedenen Siliziumprimärkristalle und intermetallischen Phasen einen hohen Werkzeugverschleiß verursachen.

[0007] Sowohl bei den bekannten, übereutektischen Aluminium-Silizium-Gußlegierungen zum Gießen von Motorblöcken, die einen Siliziumgehalt von etwa 17 Gew.-% aufweisen, als auch bei den durch Sprühkompaktieren oder pulvermetallurgisch hergestellten Zylinderlaufbuchsen mit einem Siliziumgehalt von bis zu 30 Gew.-% kristallisieren die die Verschleißfestigkeit bewirkenden Siliziumprimärkristalle und intermetallischen Phasen aus der übereutektischen Schmelze beim Abkühlen aus und weisen dementsprechend die für Siliziumprimärkristalle typischen, scharfkantigen und nadelartigen Formen auf. Um den Verschleiß von in den Zylindern derartiger Motorblöcke gleitenden Kolben durch diese Primärkristalle und intermetallischen Phasen zu vermindern, wird gemäß der deutschen Patentanmeldung 44 38 550 vorgeschlagen, die Siliziumprimärkristalle und Partikel aus intermetallischer Phase durch eine mechanische Feinbearbeitung freizulegen und dabei die freigelegten Plateauflächen der Primärkristalle bzw. Partikel an ihren Rändern ballig oder verrundet in den Legierungsgrundwerkstoff übergehen zu lassen.

[0008] Der Erfindung liegt demgegenüber das Problem zugrunde, eine Aluminiumlegierung zu verwenden, die die genannten Nachteile vermeidet, d. h. die leicht, insbesondere durch Warmverformung und/oder Zerspanung ver- und bearbeitbar ist, und dennoch die beispielsweise geforderte Verschleißfestigkeit und/oder gleichmäßige Struktur und mechanische Festigkeit aufweist.

[0009] Zur Lösung dieses Problems wird eine Aluminiumlegierung verwendet, die in einer Matrix einer gut ver- und bearbeitbaren Aluminiumlegierung einen Zusatz von gleichmäßig verteilten Partikeln, vorzugsweise Siliziumpartikeln oder von Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, wobei die einzelnen Partikel hohe Silizium-Gehalte, vorzugsweise bis zum 50 Gew.-% aufweisen, der Silizium-Gehalt in der gut ver- und bearbeitbaren Aluminiumlegierung, jedoch maximal 12 Gew.-% beträgt.

[0010] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß das an sich in einer Aluminiumschmelze leicht lösliche Silizium daran gehindert werden muß, in der Matrix in Lösung zu gehen, da beim Ausscheiden von Siliziumprimärkristallen aus der Lösung die den Verschleiß erhöhenden, verhältnismäßig großen Kristalle mit kantigen und nadelartigen Formen entstehen. Wird also eine gut ver- und bearbeitbare Aluminiumlegierung so mit gleichmäßig verteilten Siliziumpartikeln und/oder mit

Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung gemischt, daß ungelöste Siliziumpartikel und/oder Siliziumprimärkristalle in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung in der Aluminiumlegierung verbleiben, können diese ursprünglich eingebrachten, in der gut ver- und bearbeitbaren Aluminium-Legierungs-Matrix nicht in Lösung gegangenen Siliziumpartikel bzw. Siliziumprimärkristalle auch nicht wieder die beim Auskristallisieren entstehenden, ungünstige Formen annehmen, sondern behalten ihre ursprüngliche Form bei oder werden sogar ggf. durch oberflächliches Anlösen abgerundet, so daß sie ihre ausgeprägten Spitzen und Ecken verlieren.

[0011] Entscheidend ist, daß die Matrix aus der gut ver- und bearbeitbaren Aluminiumlegierung so zusammengesetzt ist, daß aus dieser Aluminiumlegierung keine Siliziumprimärkristalle auskristallisieren können und daß fein verteilte Siliziumpartikel oder Siliziumprimärkristalle enthaltende Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung ohne in der Matrixlegierung in Lösung gegangen zu sein, vorhanden sind.

[0012] Die Matrixlegierung braucht somit nicht insgesamt übereutektisch zu sein, um Siliziumpartikel zu enthalten, wie dies bei den bekannten, verschleißfesten Aluminium-Silizium-Legierungen erforderlich ist, sondern kann vorzugsweise einen Zusatz von maximal 12 Gew.-% Silizium in Form von Siliziumpartikeln und/oder Siliziumprimärkristallen in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung enthalten, vorausgesetzt die zu einem Gegenstand verarbeitete Aluminiumlegierung enthält einen Mindestanteil Siliziumpartikel und/oder Siliziumprimärkristalle enthaltende Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, mindestens 5 Gew.-% Siliziumpartikel und/oder Siliziumprimärkristalle in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bezogen auf die Gesamtmenge, da festgestellt wurde, daß ein solcher Anteil von nicht aus der Matrixlegierung ausgeschiedenen Siliziumpartikeln, bzw. Siliziumprimärkristallen ausreicht, um die gewünschte Verschleißfestigkeit zu erzielen.

[0013] Der Anteil Siliziumpartikel in der Matrixlegierung beträgt vorzugsweise 5 bis 20 %.

[0014] Vorzugsweise kann die Matrixlegierung als warmverformbare Aluminiumknetlegierung eine Zusammensetzung der Art AlMgSiCu aufweisen und mit einem Zusatz von gleichmäßig verteilten Siliziumpartikeln und/oder Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung von weniger als 20 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge vor einer Warmverformung versehen sein. Die Aluminiumknetlegierungen sind gut warmverformbare Legierungen, deren Warmverformbarkeit auch nicht durch den Zusatz von Siliziumpartikeln oder von Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung verloren geht. Dieser Zusatz von gleichmäßig verteilten Siliziumpartikeln oder von Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung kann verhältnismäßig hoch sein, insbe-

sondere falls ein Teil dieser Siliziumpartikel oder der Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung während einer Warmverformung und/oder Wärmebehandlung in Lösung geht. Wichtig ist indessen, daß ein Restanteil von gleichmäßig verteilten und nicht in Lösung gegangenen Siliziumpartikeln und/oder von Siliziumprimärkristallen in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, von mindestens etwa 5 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge erhalten bleibt, wobei diese Siliziumpartikel oder die Siliziumprimärkristalle in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung ohne ausgeprägte Spitzen und Ecken vorliegen. Möglicherweise kann durch eine Wärmebehandlung oder Warmverformung ein Anlösen und teilweises Auflösen der Siliziumpartikel oder der Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung eintreten, während die nicht aufgelösten Siliziumpartikel oder Siliziumprimärkristalle der Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung mit einem Anteil von vorzugsweise mindestens 5 Gew.-% vorliegen und keine ausgeprägten Spitzen und Ecken aufweisen.

[0015] Die Korngröße der Siliziumpartikel in der Aluminiumlegierung liegt vorzugsweise bei höchstens 80 µm, die Korngröße der Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung liegt vorzugsweise bei höchstens 250 µm während die der Siliziumprimärkristalle in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bei höchstens 20 µm liegt.

[0016] Der Gegenstand kann nach der spangebenden Verformung oder der Warmverformung einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Es ist denkbar, daß diese Wärmebehandlung dazu führen kann, daß die in die Aluminiumlegierung eingelagerten Siliziumpartikel und/oder die Partikel sowie die darin enthaltenen Siliziumprimärkristalle der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung oberflächlich mit der Aluminiumlegierung reagieren, wodurch ausgeprägte Spitzen und Ecken abgetragen werden. Diese Wirkung kann auch bereits beim Sprühkompaktieren, das ja mit der Temperatur einer Aluminiumlegierungsschmelze beginnt, erreichbar sein. Ebenso kann auch eine Warmverformung allein bereits die gewünschte Veränderung der Oberfläche der Siliziumpartikel und/oder der Siliziumprimärkristalle in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bewirken.

[0017] Die Pulvermetallurgie erlaubt es, Aluminiumlegierungen beliebiger Zusammensetzung aus einer Mischung von Pulvern verschiedener Legierungsbestandteile herzustellen, die durch ein anschließendes Warmverformen homogenisiert werden. Werden dieser Mischung erfindungsgemäß gleichmäßig verteilte Siliziumpartikel und/oder Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung von maximal 12 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge beigemischt, so werden die Siliziumpartikel oder die Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bei der anschließenden Warmverformung, wie vorstehend beschrie-

ben, gleichmäßig verteilt und möglicherweise oberflächlich angelöst bzw. teilweise aufgelöst, so daß in dem warmverformten Gegenstand schließlich mindestens 5 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge gleichmäßig verteilte, nicht in Lösung gegangene Siliziumpartikel und/oder Siliziumprimärkristalle in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung vorhanden sind, die nicht die Spitzen und Ecken von aus einer übereutektischen Legierungsschmelze ausgeschiedenen Siliziumprimärkristallen aufweisen, jedoch auf gleiche Weise die Verschleißfestigkeit der Aluminiumlegierung herbeiführen, die in diesem Fall als warmverformbare Aluminiumknetlegierung der Zusammensetzung AlMgSiCu ausgebildet ist.

[0018] Das Warmverformen des Barrens bzw. Preßlings kann z. B. durch Warmwalzen oder durch Warmstrangpressen zu Stangen, Rohren und Profilen oder durch Warmfließpressen erfolgen, wobei eine sich ggf. anschließende Wärmebehandlung dazu dient, die gewünschten Eigenschaften der Aluminiumlegierung einzustellen.

[0019] Besonders vorteilhaft ist, daß die auf diese Weise hergestellte, warmverformbare Aluminiumlegierung dazu geeignet ist, aus warmgewalzten Platten oder warmstranggepreßten Stangen Butzen herzustellen und daraus durch Warmfließpressen Fertigprodukte wie Zylinderlaufbuchsen in den geforderten Endabmessungen herzustellen.

[0020] Insbesondere läßt sich ein Preßling, d. h. ein Butzen in Form eines Rundlings oder eines hohlen Rundlings aus Pulver durch hydrostatisches Pressen herstellen, der angewärmt und danach durch Fließpressen verformt wird. Ggf. kann sich daran eine Wärmebehandlung anschließen.

[0021] Vorteilhaft ist es auch, eine Mischung aus einem Pulver aus Legierungsbestandteilen und Siliziumpartikeln und/oder Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung oder eines Pulvers der Legierung und von Siliziumpartikeln und/oder von Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung in eine beheizte Fließpressform zu geben, die Pulvermischung bei geschlossener Form hydrostatisch zu verdichten, die Form danach zu öffnen und eine Warmverformung durch Fließpressen, insbesondere durch Fließpressen eines Zylinders, durchzuführen.

[0022] Eine weitere Möglichkeit, Barren oder Zylinder herzustellen, besteht darin, ein Pulver mit Legierungsbestandteilen oder der Legierung und Siliziumpartikel und/oder Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung in eine Form zu füllen und bei einem solchen Druck und einer solchen Temperatur zu sintern, daß die erforderliche Festigkeit erreicht wird und die Mindestmenge an Siliziumpartikeln oder Siliziumprimärkristallen in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung vorhanden ist. Auch in diesem Fall kann sich ggf. eine weitere Wärmebehandlung anschließen.

[0023] Alle Verfahrensabschnitte, die in der Wärme

durchgeführt werden, sind so aufeinander abzustimmen, daß durch die Bearbeitungs- und Verarbeitungswärme und/oder die Wärmebehandlung die gewünschten Eigenschaften erreicht und auf jeden Fall ein Rest von ungelösten Siliziumpartikeln oder von Siliziumprimärkristallen in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, mit einem Anteil von 5 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge, vorhanden ist.

[0024] Es ist möglich, die Siliziumpartikel oder die Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung vorzugsweise mit einem untereutektischen Anteil der Matrixlegierung zuzusetzen, wenn dafür gesorgt wird, daß ein Siliziumanteil in Form von Siliziumpartikeln und/oder von Siliziumprimärkristallen in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, in Höhe von 5 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge erhalten bleibt.

[0025] Besonders vorteilhaft ist, daß beliebige Legierungszusammensetzungen möglich sind, denen die Siliziumpartikel oder die Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung in der erfindungsgemäßen Weise zugesetzt werden, ohne vollständig in Lösung zu gehen, so daß diese zugesetzten Siliziumpartikel oder die Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung oder die darin vorhandenen Siliziumprimärkristalle ungelöst in der Matrixlegierung erhalten bleiben und somit keine Siliziumprimärkristalle aus der Matrixlegierung ausgeschieden werden. Dies steht im Gegensatz zu den bekannten übereutektischen Legierungen, bei denen beim Abkühlen aus der Schmelze Siliziumprimärkristalle ausgeschieden werden, die eine kantige bzw. eckige und nadelartige Form aufweisen. Hinzu kommt bei den übereutektischen Legierungen, daß eine Wärmebehandlung zu einer Kornvergrößerung mit Nadelbildung führt, die für den Verschleiß ungünstig ist.

[0026] Demgegenüber werden die der Matrixlegierung erfindungsgemäß zugesetzten Siliziumpartikel oder Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung allenfalls oberflächlich angelöst und behalten während einer Wärmebehandlung weitgehend ihre ursprüngliche Form auch dann, wenn der Siliziumanteil in Form der Siliziumpartikel und/oder Siliziumprimärkristallen in den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung nicht mehr als 12 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge, entsprechend dem Eutektikum Aluminium-Silizium, beträgt.

[0027] Verschleißfeste Zylinderlaufbuchsen lassen sich in eine gut gießbare Aluminiumlegierung, die zum Gießen von Zylinderblöcken besonders geeignet ist und sich leicht bearbeiten läßt, eingießen, wobei eine Nachbearbeitung der eingegossenen Zylinderlaufbuchsen ggf. nicht mehr erforderlich ist, wenn diese aus warmgewalztem oder warmstranggepreßtem Vormaterial und daraus hergestellten Butzen durch Warmfließpressen hergestellt sind. Ein ausreichender Stoffverbund zwischen der Aluminiumgußlegierung für den Zylinderblock und den eingegossenen erfindungsgemäßen Zy-

linderlaufbuchsen läßt sich mit dem in der deutschen Patentschrift 43 28 619 beschriebenen Verfahren erreichen, ohne daß bedeutende Nachteile bei der Verwendung von pulvermetallurgisch hergestellten Barren bzw. Preßlingen, die anschließend warmverformt wurden, feststellbar waren. Die ggf. erforderliche Oberflächenbehandlung der Zylinderlaufbuchsen durch Ätzen verändert dabei die Maßhaltigkeit nicht, sondern dient nur dazu, die verrundeten Siliziumpartikel oder Siliziumprimärkristalle aus den zugesetzten Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung freizulegen.

Patentansprüche

1. Verwendung einer Aluminiumlegierung aus einer gut warmverformbaren Aluminiumknetlegierungsmatrix der Art Al Mg Si Cu mit einer Zusammensetzung, aus der keine Silizium-Primärkristalle auskristallisieren können, mit einem die Verschleißfestigkeit erhöhenden Zusatz von gleichmäßig verteilten Siliziumpartikeln und/oder Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung zur Herstellung von endmaßnahen Zylinderlaufbuchsen sowie Hydraulik oder Pneumatik-Arbeitszylindern durch Warmfließpressen, wobei die einzelnen Partikel hohe Silizium-Gehalte, vorzugsweise bis zu 50 Gew.-% aufweisen, und der Zusatz maximal 12 Gew.-% Silizium in Form von Siliziumpartikeln und/oder von Siliziumprimärkristallen in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung beträgt, während die zu dem Gegenstand verarbeitete Aluminiumlegierung nach der Warmverformung oder einer sich daran anschließenden Wärmebehandlung einen Mindestanteil nicht in Lösung gegangener und nicht aus der Matrixlegierung ausgeschiedener Siliziumpartikel und/oder Siliziumprimärkristalle in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bezogen auf die Gesamtmenge von mindestens 5 Gew.-% enthält.
2. Verwendung der Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, mit einer Korngröße der Siliziumpartikel von höchstens 80 µm, der Korngröße der Partikel einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung von vorzugsweise höchstens 250 µm und der Siliziumprimärkristalle in den Partikeln der übereutektischen Aluminium-Siliziumlegierung von höchstens 20 µm.
3. Verwendung der Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, bei der ein Barren durch Sprühkompaktieren einer Schmelze einer warmverformbaren Aluminiumlegierung hergestellt und der Aluminiumlegierung in dem Sprühstrahl Silizium in Form von Siliziumpartikel und/oder Siliziumprimärkristalle in

den Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung von maximal 12 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge zugesetzt werden.

4. Verwendung der warmverformbaren Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, bei der ein Barren aus einem Matrixlegierungspulver mit einem Zusatz von gleichmäßig verteilten Siliziumpartikeln und/oder von Siliziumprimärkristallen in Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung von maximal 12 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge hergestellt und dieser Barren anschließend warmverformt wird.
5. Verwendung der warmverformbaren Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, bei der ein Barren aus einer Mischung von Pulvern verschiedener Legierungsbestandteile mit einem Zusatz von Silizium in Form von gleichmäßig verteilten Siliziumpartikeln und/oder Siliziumprimärkristallen in Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung von maximal 12 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge hergestellt und dieser Barren anschließend warmverformt wird.
6. Verwendung der Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der von warmgewalzten Platten oder warmstranggepreßten Stangen Butzen gefertigt und daraus durch Warmfließpressen die Zylinderlaufbuchsen oder Hydraulik- und Pneumatikarbeitszylinder in den geforderten Endabmessungen hergestellt werden.
7. Verwendung der Aluminiumlegierung nach Anspruch 4 oder 5, bei der ein Preßling in Form eines vollen Rundlings oder eines hohlen Rundlings aus Pulver durch hydrostatisches Pressen hergestellt, angewärmt und anschließend durch Warmfließpressen weiterverarbeitet wird, ggf. mit einer anschließenden Wärmebehandlung.
8. Verwendung der Aluminiumlegierung nach Anspruch 4 oder 5, bei der ein Pulver aus einer Aluminiumlegierung oder Legierungsbestandteilen und Siliziumpartikeln oder Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung in eine beheizte Warmfließpreßform gegeben, bei geschlossener Form hydrostatisch verpreßt und anschließend nach Öffnen der Form warmfließgepreßt wird.
9. Verwendung der Aluminiumlegierung nach Anspruch 4 oder 5, bei der das Pulver aus einer Aluminiumlegierung oder Legierungsbestandteilen und Siliziumpartikeln und/oder Partikeln einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung in eine Form gefüllt, unter Druck und erhöhter Temperatur gesintert und ggf. anschließend einer Wärmebehandlung unterzogen wird.

Claims

1. The use of an aluminium alloy consisting of a readily hot-deformable wrought aluminium alloy matrix of the type Al Mg Si Cu with a composition out of which no silicon primary crystals can crystallise, with a wear-resistance-increasing addition of uniformly distributed silicon particles and/or particles of a hypereutectic aluminium/silicon alloy for the production of cylinder liners and hydraulic or pneumatic working cylinders which are close to their final dimensions by hot flow pressing, the individual particles having high silicon contents, preferably of up to 50% by weight, and the addition is at most 12% by weight silicon in the form of silicon particles and/or of silicon primary crystals in the particles of the hypereutectic aluminium/silicon alloy, whereas the aluminium alloy which is processed into the object, after hot deformation or a subsequent heat treatment, has a minimum content of silicon particles and/or silicon primary crystals which have not dissolved and have not separated out from the matrix alloy in the particles of the hypereutectic aluminium/silicon alloy relative to the total quantity of at least 5% by weight.
2. The use of the aluminium alloy according to Claim 1, having a grain size of the silicon particles of at most 80 µm, the grain size of the particles of a hypereutectic aluminium/silicon alloy of preferably at most 250 µm and of the silicon primary crystals in the particles of the hypereutectic aluminium/silicon alloy of at most 20 µm.
3. The use of the aluminium alloy according to Claim 1, in which a bar is produced by spray-compacting a melt of a hot-deformable aluminium alloy and silicon in the form of silicon particles and/or silicon primary crystals is added to the aluminium alloy in the spray jet in the particles of a hypereutectic aluminium/silicon alloy of at most 12% by weight relative to the total quantity.
4. The use of the hot-deformable aluminium alloy according to Claim 1 or 2, in which a bar is produced from a matrix alloy powder with an addition of uniformly distributed silicon particles and/or of silicon primary crystals in particles of a hypereutectic aluminium/silicon alloy of at most 12% by weight relative to the total quantity and this bar is then hot-deformed.
5. The use of the hot-deformable aluminium alloy according to Claim 1 or 2, in which a bar is produced from a mixture of powders of differing alloying constituents with an addition of silicon in the form of uniformly distributed silicon particles and/or silicon primary crystals in particles of a hypereutectic alumin-

ium/silicon alloy of at most 12% by weight relative to the total quantity and this bar is then hot-deformed.

6. The use of the aluminium alloy according to one of Claims 1 to 5, in which slugs are produced from hot-rolled plates or hot-extruded rods and the cylinder liners or hydraulic and pneumatic working cylinders are manufactured therefrom in the required final dimensions by hot flow-pressing.
7. The use of the aluminium alloy according to Claim 4 or 5, in which a compact in the form of a solid round compact or a hollow round compact is produced from powder by hydrostatic pressing, is heated up and then is processed further by hot flow-pressing, optionally with a subsequent heat treatment.
8. The use of the aluminium alloy according to Claim 4 or 5, in which a powder consisting of an aluminium alloy or alloying constituents and silicon particles or particles of a hypereutectic aluminium/silicon alloy is placed in a heated hot flow-pressing mould, is hydrostatically pressed with the mould closed and then is hot flow-pressed once the mould has been opened.
9. The use of the aluminium alloy according to Claim 4 or 5, in which the powder consisting of an aluminium alloy or alloying constituents and silicon particles and/or particles of a hypereutectic aluminium/silicon alloy is placed in a mould, is sintered under pressure and at elevated temperature and then optionally is subjected to a heat treatment.

Revendications

1. Utilisation d'un alliage d'aluminium d'une matrice d'alliage d'aluminium corroyé facilement déformable à chaud du type Al Mg Si Cu avec une composition à partir de laquelle aucun cristal primaire de silicium ne peut se séparer à l'état cristallin, avec un additif augmentant la résistance à l'usure de particules de silicium réparties uniformément et/ou de particules d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique pour la fabrication de chemises de cylindres proches de la cote finale ainsi que de cylindres hydrauliques ou pneumatiques par extrusion à chaud, moyennant quoi les particules individuelles ont des teneurs élevées en silicium, atteignant de préférence 50% en poids, et l'additif représente au maximum 12% en poids du silicium sous forme de particules de silicium et/ou de cristaux primaires de silicium dans les particules de l'alliage d'aluminium-silicium hypereutectique, alors que l'alliage d'aluminium usiné pour faire l'objet contient, après

- la déformation à chaud ou après un traitement thermique ultérieur, une portion minimale de particules de silicium qui n'ont pas été dissoutes et qui n'ont pas été éliminées de l'alliage de la matrice et/ou de cristaux primaires de silicium dans les particules de l'alliage d'aluminium-silicium hypereutectique d'au moins 5% en poids par rapport à la quantité totale. 5
2. Utilisation de l'alliage d'aluminium selon la revendication 1, avec une taille de grain des particules de silicium de 80 μm maximum, avec la taille de grains des particules d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique de 250 μm maximum de préférence et avec les cristaux primaires de silicium dans les particules de l'alliage d'aluminium-silicium hypereutectique de 20 μm maximum. 10
 3. Utilisation de l'alliage d'aluminium selon la revendication 1, dans laquelle une billette est fabriquée par compactage par pulvérisation d'une fonte d'un alliage d'aluminium déformable à chaud et du silicium sous forme de particules de silicium et/ou de cristaux primaires de silicium dans les particules d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique est ajouté à l'alliage d'aluminium dans le jet de pulvérisation à 12% en poids maximum par rapport à la quantité totale. 15
 4. Utilisation de l'alliage d'aluminium déformable à chaud selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle une billette est fabriquée à partir d'une poudre d'alliage de matrice avec un additif de particules de silicium réparties uniformément et/ou de cristaux primaires de silicium dans les particules d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique de 12% en poids maximum et cette billette est ultérieurement déformée à chaud. 20
 5. Utilisation de l'alliage d'aluminium déformable à chaud selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle une billette est fabriquée à partir d'un mélange de poudres de divers composants d'alliage avec un additif de particules de silicium réparties uniformément et/ou de cristaux primaires de silicium dans les particules d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique de 12% en poids maximum et cette billette est ultérieurement déformée à chaud. 25
 6. Utilisation de l'alliage d'aluminium selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle des pastilles sont fabriquées à partir de plaques laminées à chaud ou de barres extrudées à chaud et à partir desquelles les chemises de cylindres ou les cylindres hydrauliques ou pneumatiques sont fabriqués aux dimensions finales par extrusion à chaud. 30
 7. Utilisation de l'alliage d'aluminium selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle une pièce pressée en 35
- forme de rond plein ou de rond creux est fabriquée à partir de poudre par compression hydrostatique, réchauffée puis usinée ultérieurement, éventuellement avec un traitement thermique ultérieur.
8. Utilisation de l'alliage d'aluminium selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle une poudre d'un alliage d'aluminium ou de composants d'alliage et de particules de silicium ou de particules d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique est introduite dans un moule d'extrusion à chaud, soumise à une compression hydrostatique dans le moule fermé et ultérieurement extrudée à chaud après ouverture du moule. 40
 9. Utilisation de l'alliage d'aluminium selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle la poudre d'un alliage d'aluminium ou de composants d'alliage et de particules de silicium et/ou de particules d'un alliage d'aluminium-silicium hypereutectique est chargée dans un moule, frittée sous pression et à température élevée et éventuellement soumise à un traitement thermique ultérieur. 45